

Spis treści

PRZEDMOWA	9
SKRÓTY I SYMBOLE	13
1. BEZPIECZEŃSTWO PROCESOWE	17
1.1. Bezpieczeństwo procesowe drogą do nowoczesności	17
1.2. Bezpieczeństwo procesowe integralną częścią inżynierii procesowej	22
1.3. Paradygmaty bezpieczeństwa procesowego	24
1.4. Literatura do rozdziału 1	27
2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEMYSŁU PROCESOWEGO	28
2.1. Specyfika przemysłu procesowego	28
2.2. Przegląd zagrożeń procesowych	38
2.2.1. Podstawowe pojęcia	38
2.2.2. Źródła zagrożeń procesowych	46
2.2.3. Klasyfikacja zagrożeń procesowych	51
2.2.4. Reaktywność chemiczna	62
2.2.5. Odchylenia procesowe	74
2.3. Filozofia zapewnienia bezpieczeństwa w instalacjach procesowych	84
2.4. Literatura do rozdziału 2	91
3. STRUKTURA I CHARAKTERYSTYKA WARSTW ZABEZPIECZEŃ	95
3.1. Pojęcie barier i funkcji bezpieczeństwa	95
3.2. Klasyfikacja barier bezpieczeństwa	97
3.3. Charakterystyka działania warstw zabezpieczeń	101
3.3.1. Podstawowe miary niezawodności	102
3.3.2. Struktura niezawodnościowa	107
3.4. Źródła danych dotyczących częstości awarii i prawdopodobieństwa błędów ludzkich	119
3.5. Efektywność działania systemów ochronnych i przeciwdziałających	125
3.6. Wskaźniki ilościowe charakteryzujące bariery bezpieczeństwa	128
3.6.1. Cechy warstw zabezpieczeń	128
3.6.2. Ocena sprawności działania NWZ	132
3.6.3. Warstwy zabezpieczeń w przemyśle procesowym	134
3.6.3.1. Warstwa zapobiegania	134
3.6.3.2. Warstwa ochrony	156

3.6.3.3. Warstwa przeciwdziałania	159
3.6.3.4. Wpływ warstw zabezpieczeń na poziom ryzyka procesowego	160
3.7. Literatura do rozdziału 3	163
4. ZARZĄDZANIE RYZYKIEM PROCESOWYM W PRZEMYSŁE	165
4.1. Proaktywne zarządzanie ryzykiem	165
4.2. Pojęcie ryzyka	167
4.3. Źródła i receptory ryzyka	180
4.4. Miary ryzyka procesowego	185
4.4.1. Ilościowe wskaźniki ryzyka procesowego	185
4.4.2. Półilościowe wskaźniki ryzyka	192
4.4.3. Kryteria akceptacji ryzyka	204
4.4.4. Analiza kosztów i korzyści w obszarze ryzyka	211
4.4.5. Decyzje dotyczące dopuszczalności ryzyka oparte o analizę koszt–zysk	212
4.5. System zarządzania ryzykiem procesowym	214
4.5.1. Ogólny model systemu zarządzania ryzykiem procesowym	214
4.5.2. Przegląd metod analizy zagrożeń i ryzyka	220
4.5.3. Wybrane metody identyfikacji zagrożeń – HAZID	222
4.5.3.1. Wskaźnik pożarowo–wybuchowy DOW (F&EI)	223
4.5.3.2. Wskaźnik narażenia zdrowia <i>Dow's Chemical Exposure Index (CEI)</i> [29]	230
4.5.3.3. Metoda <i>MOND Index</i>	237
4.5.3.4. Wstępna analiza zagrożeń (<i>Preliminary Hazard Analysis</i>) – PHA	242
4.5.3.5. Studium zagrożeń i zdolności operacyjnych – HAZOP	244
4.5.4. Lista reprezentatywnych zdarzeń awaryjnych RZA	248
4.5.5. Wpływ zabezpieczeń na wybór scenariuszy RZA	252
4.5.6. Scenariusze awaryjne dla zdarzeń RZA	256
4.5.6.1. Metoda drzewa błędu	260
4.5.6.2. Metoda drzewa zdarzeń	274
4.5.6.3. Model „bow-tie”	281
4.5.6.4. Typowe zdarzenia awaryjne występujące w przemyśle procesowym	282
4.5.7. Obliczanie możliwości wystąpienia zdarzeń RZA (<i>frequency analysis</i>)	289
4.5.8. Obliczenie wielkości skutków uwolnień substancji chemicznych	294
4.5.9. Obliczanie wskaźników ryzyka	305
4.5.10. Jakość analizy zagrożeń i oceny ryzyka procesowego	307
4.6. Zarządzanie ryzykiem w procesach decyzyjnych dotyczących ZDR	313
4.6.1. Strategie zarządzania ryzykiem	314
4.6.2. Obliczanie efektów domino	317

4.6.3. Zastosowanie analizy stref zagrożeń do planowania przestrzennego	329
4.6.4. Zapewnienie bezpieczeństwa w transporcie substancji niebezpiecznych	335
4.6.5. Bezpieczeństwo transportu rurociągowego substancji niebezpiecznych poza terenem zakładu.....	337
4.6.6. Zarządzanie ryzykiem wybuchu cieplnego	350
4.6.7. Dynamiczne zarządzanie ryzykiem (DZR)	362
4.6.8. Zarządzanie ryzykiem za pomocą metody RBI	367
4.6.8.1. Wprowadzenie.....	367
4.6.8.2. Mechanizmy utraty integralności mechanicznej	369
4.6.8.3. Podstawy oceny ryzyka.....	371
4.6.8.4. Proces oceny ryzyka RBI	374
4.6.8.5. Określenie konsekwencji uszkodzenia CoF.....	379
4.6.8.6. Określenie wskaźnika ryzyka R	381
4.6.8.7. Planowanie inspekcji	384
4.6.8.8. Procesy decyzyjne – wdrożenie wyników RBI	387
4.6.8.9. Zastosowanie metody RBI	390
4.7. Literatura do rozdziału 4	397
5. ZARZĄDZANIE BEZPIECZEŃSTWEM PROCESÓW PRZEMYSŁOWYCH	404
5.1. System zarządzania bezpieczeństwem procesowym	404
5.2. Kultura bezpieczeństwa	410
5.2.1. Historyczny rozwój poziomu bezpieczeństwa	411
5.2.2. Warunki tworzenia kultury bezpieczeństwa	412
5.2.3. Wskaźniki oceny kultury bezpieczeństwa	418
5.2.4. Sygnały niedostrzegania zagadnień kultury bezpieczeństwa	422
5.3. Pomiar i ocena sprawności systemu zarządzania bezpieczeństwem.....	424
5.4. Zarządzanie w sytuacjach awaryjnych i zagadnienie ochrony obiektów przemysłowych	429
5.4.1. Granice sytuacji awaryjnej.....	429
5.4.2. System zarządzania awaryjnego	431
5.4.3. Środki techniczne wykorzystywane w sytuacjach awaryjnych	434
5.5. Literatura do rozdziału 5	442
6. METODY ANALIZ ZAGROŻEŃ I RYZYKA WYKORZYSTYWANE W AWZ	444
6.1. Scenariusz awaryjny	444
6.2. Dane wynikające z analizy zagrożeń procesowych (AZP) na potrzeby AWZ ..	448
6.3. Ogólny model obliczeniowy stosowany w AWZ	453
6.4. Przykłady	455
6.5. Literatura.....	464

7. ANALIZA WARSTW ZABEZPIECZEŃ (AWZ)	466
7.1. Proces wykonania analizy AWZ	466
7.1.1. Identyfikacja reprezentatywnych zdarzeń awaryjnych RZA	466
7.1.2. Metody wyznaczania wielkości skutków oraz kryteria oceny wskaźnika ryzyka	469
7.1.3. Opracowanie scenariusza awaryjnego RSA	473
7.1.3.1. Identyfikacja zdarzenia inicjującego, czynników warunkujących i umożliwiających	473
7.1.4. Identyfikacja pierwszej pary: zdarzenie inicjujące – skutki	483
7.1.5. Identyfikacja NWZ i charakterystycznych wartości PFD	484
7.1.6. Określenie częstości występowania scenariusza RSA	488
7.1.7. Proces decyzyjny w zakresie dopuszczalności ryzyka dla RSA	490
7.2. System ekspercki do identyfikacji zdarzeń RZA – ExSysAWZ	491
7.3. Zastosowanie AWZ dla innych celów	494
7.4. Zastosowanie AWZ do oceny ryzyka wybuchowego na stanowisku pracy	495
7.5. Zalety i wady AWZ	504
7.6. Programy komputerowe	506
7.6.1. Program AWZ	506
7.6.2. Program ExSysAWZ	509
7.6.3. Program ExAWZ	510
7.7. Przykłady analizy AWZ	512
7.7.1. Przykład 1 – Analiza AWZ dla przykładu 6.4.1	512
7.7.2. Przykład 2 – Analiza ryzyka dla magazynowania izobutanu	513
7.7.3. Przykład 3 – Ocena zapewnienia bezpieczeństwa dla kolumny destylacyjnej	521
7.7.4. Przykład 4 – Analiza zagrożeń procesowych dla instalacji procesowej	528
7.7.5. Przykład 5 – Ocena ryzyka wybuchowego ATEX	548
7.8. Literatura	554
8. CYBERBEZPIECZEŃSTWO	557
8.1. Wprowadzenie	557
8.2. Podstawowe regulacje prawne dotyczące cyberbezpieczeństwa	560
8.3. Ogólna struktura technologii informacyjnych w instalacjach procesowych	563
8.4. Charakterystyka cyberzagrożeń	568
8.5. Warunki decydujące o wystąpieniu cyberataku	563
8.6. Systemy cyberzabezpieczeń	573
8.7. Ocena cyberryzyka w instalacjach procesowych	583

8.7.1. Model cyberataku	584
8.7.2. Metodyka oceny cyberryzyka.....	586
8.8. Literatura do rozdziału 8	602
9. KSZTAŁCENIE I SZKOLENIE W BEZPIECZEŃSTWIE PROCESOWYM.....	604
9.1. Wprowadzenie	604
9.2. Kształcenie w zakresie bezpieczeństwa procesowego	605
9.3. Szkolenie	608
9.4. Symulatory procesowe i programy komputerowe	610
9.5. Szkolenie wirtualnych sytuacji awaryjnych.....	612
9.6. Zarządzanie wiedzą	613
9.7. Rola specjalistów bezpieczeństwa procesowego	616
9.8. Źródła wiedzy z dziedziny bezpieczeństwa procesowego	618
9.9. Literatura	620
NOTKA BIOGRAFICZNA.....	622
Spis rysunków	624
Spis tabel	630